

Mögliche Lösung

Die Masse des Schiffes

Für das Schiff wird eine Verdrängung von 1.200 Tonnen angegeben. Das bedeutet, dass das Schiff im schwimmenden Zustand 1.200 Tonnen Wasser verdrängt. Das heißt, dass das Schiff eine Masse von 1.200 Tonnen Wasser hat.

$$m_{\text{Schiff}} = 1.200 \text{ t}$$

Das Volumen des Schiffes

Hier gibt es natürlich viele verschiedene Möglichkeiten, wie man es abschätzt.

Hier eine mögliche Abschätzung:

Die Masten wurden vernachlässigt und nur der Rumpf des Schiffes betrachtet. Der vordere „Spitz“ des Schiffes wird extra angeschaut.

Anhand des Planes kann man abmessen, dass das Schiff an den meisten Stellen ca. 16 m breit ist. (Das Schiff ist in der Mitte breiter als oben und unten, deshalb wurde hier die Breite in an einer Stelle abgemessen, die mittelbreit ist. Die Zentimeter wurden am Plan abgemessen. Anhand des Maßstabs wurde gemessen, wie vielen Metern 1 cm auf der Karte entspricht. Diese Zahl wurde mit der gemessenen mittleren Breite multipliziert). Die Höhe des Rumpfes wurde auf der Karte nachgemessen und ebenfalls anhand des Maßstabes in Meter umgerechnet. Dabei wurde eine Höhe von 12 m abgeschätzt. Die Länge des Schiffes (ohne „Spitze“) wird wieder anhand des Planes abgeschätzt und in Meter umgerechnet. Dabei wurden 34 m abgeschätzt.

So kann man das ungefähre Volumen des Rumpfes des Schiffes (ohne Spitz) berechnen:

$$V = l \cdot b \cdot h = 34 \cdot 16 \cdot 12 = 6.528 \text{ m}^3 \approx 6.500 \text{ m}^3$$

Nun wurde noch das Volumen des Spitzes anhand der Pläne abgeschätzt. Dieser ist ungefähr 8 m lang, durchschnittlich ca. 6 m hoch und durchschnittlich ca. 3 m breit. (Anmerkung: Alternativ könnte man den Wassersteg auch als Prisma mit dreieckiger Grundfläche abschätzen).

$$V = 8 \cdot 6 \cdot 3 = 144 \approx 150 \text{ m}^3$$

Damit wurde das Volumen des Schiffes insgesamt als ca. 6.650 m³ abgeschätzt.

Die Masse des Wassers, das dem Volumen des Schiffes entspricht

Um die Masse des Wassers zu berechnen wird das Volumen des Schiffes mit der Dichte von Wasser multipliziert. Die Dichte von Wasser wurde recherchiert – sie beträgt ungefähr 1.000 kg/m³.

$$\text{Dichte} = \frac{\text{Masse}}{\text{Volumen}} \rightarrow \text{Masse} = \text{Dichte} \cdot \text{Volumen}$$

$$m = 1.200 \cdot 6.650 = 7.980.000 \text{ kg} \approx 8.000.000 \text{ kg} = 8.000 \text{ t}$$

Das Schiff muss also leichter als 8.000 Tonnen werden.

Bestimmung der Dichte eines Tischtennisballs

Zur Bestimmung der Dichte muss das Volumen und die Masse eines Tischtennisballs bestimmt werden. Der Tischtennisball wird abgewogen. Die Waage zeigt einen Wert von 3 g = 0,003 kg an. Für

den Tischtennisball wurde ein Durchmesser von 4 cm = 0,04 m gemessen, der Radius ist also 0,02 m. Nun wird in die Formel für das Volumen einer Kugel eingesetzt:

$$V = \frac{4}{3}\pi r^3 = \frac{4}{3}\pi \cdot 0,02^3 \approx 0,00003 \text{ m}^3 = 3 \cdot 10^{-5} \text{ m}^3$$

Nun kann die Dichte δ ausgerechnet werden:

$$\delta = \frac{0,003}{0,00003} = \frac{3 \cdot 10^{-3}}{3 \cdot 10^{-5}} = 10^2 = 100 \text{ kg/m}^3$$

Berechnung des Volumen, das mit Tischtennisbällen gefüllt werden muss.

x soll das Volumen des Schiffes sein, das mit Tischtennisbällen gefüllt wird. Das Volumen des Schiffes – x ergibt damit den Teil des Schiffes, das nicht mit Bällen, sondern noch mit Wasser gefüllt ist. Die Gesamtmasse des Schiffes ergibt sich aus der Masse des Schiffes an sich plus der Masse der Tischtennisbälle plus der Masse des verbleibenden Wassers. Die Masse kann jeweils berechnet werden, indem das Volumen, das mit Bällen bzw. mit Wasser gefüllt ist, mit der jeweiligen Dichte multipliziert wird. Damit kann man folgende Formel aufstellen:

$$\begin{aligned} \text{Masse des Schiffes} + x \cdot \text{Dichte von Tischtennisbällen} + (\text{Volumen des Schiffes} - x) \cdot \text{Dichte von Wasser} \\ = 6.650.000 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$1.200.000 + x \cdot 100 + (6.650 - x) \cdot 1.200 = 8.000.000$$

Diese Gleichung wurde von einem Computer-Algebra-System gelöst. Als Wert für x erhält man einen Wert von ca. 900 m³, die mit Tischtennisbällen gefüllt werden müssen.

Berechnung der Anzahl der Tischtennisbälle

Nun muss das Volumen durch das Volumen eines Balles gerechnet werden, um die Anzahl der benötigten Tischtennisbälle zu erhalten. Das Volumen eines Tischtennisballs wurde ja vorher schon berechnet.

$$\frac{900}{0,00005} = 18.000.000$$

Laut diesen Abschätzungen würde man also ca. 18.000.000 Tischtennisbälle benötigen, um die Vasa zu bergen.